

окном в 2 часа. Далее вычислялись среднеквадратичные отклонения (в МГц и процентах) мгновенных МНЧ в зависимости от усреднённых со скользящим средним за 2 часа. Находилось среднее отклонений (в МГц и процентах). Полученные результаты позволяют оценить суммарные вариации МНЧ. Данные вычислений сведены в *Табл. 1*

Временной интервал в часах		00:00–04:00	06:00–10:00	12:00–16:00	19:00–23:00
Среднее значение СКО в марте 2005 г.	МГц	1,6	2,3	1,3	0,5
	%	8	20	7,3	5
Среднее значение СКО в декабре 2005 г.	МГц	0,83	3,1	2,4	0,7
	%	7,2	20	11,2	1,5

По результатам исследований можно сделать следующие выводы:

1. После обработки порядка 5800 ионограмм ЛЧМ-зондирования были получены экспериментальные суточные зависимости МНЧ от времени суток для марта и декабря 2005 г.
2. Максимально измеренное значение МНЧ в дневное время составило 21,48 МГц для марта, 22,85 МГц для декабря и минимальное значение 14,47 МГц в марте, 12,56 МГц в декабре.
3. При обработке по предложенному алгоритму не наблюдалось значительной амплитуды вариаций МНЧ от времени суток.
4. Получены следующие количественные результаты. Суммарные вариации ото дня ко дню для марта: 8% (1,6 МГц) – ночь, 20% (2,3 МГц) – утро, 7,3% (1,3 МГц) – день, 5% (0,5 МГц) – вечер. Для декабря: 7,2% (0,83 МГц) – ночь, 20% (3,1 МГц) – утро, 11,2% (2,4 МГц) – день, 1,5% (0,5 МГц) – вечер.

Автор выражает благодарность научно-исследовательскому институту геофизики и вулканологии Италии «Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia» [5] за предоставленный для экспериментов материал.

Список публикаций:

- [1] B.G. Barabashov, M.M. Anishin, and O.Y. Pelevin (2009), High-frequency field strength prediction for ionospheric propagation at short- and medium- range radio paths, *Radio Sci.*, 44, RS0A18, doi:10.1029/2008RS004038.
- [2] Барабаиов Б.Г., Анишин М.М. Программный комплекс прогнозирования траекторных и энергетических характеристик радиоканалов диапазона 2-30 МГц «Трасса» (часть 1). Научно-технический сборник «Техника радиосвязи». Омск. ОАО «ОНИИП» - Выпуск 1 (19). 2013 г., стр. 25-34; (ч.2) – Выпуск 2(20).-2013 г. стр. 13-21.
- [3] Барабаиов Б. Г., Анишин М. М., Лаврентьев О. А., Русин С. В. Результаты наклонного зондирования на трассе протяженностью 2770 км (часть 1). Научно-технический сборник «Техника радиосвязи». Омск. ОАО «ОНИИП» - Выпуск 3 (38). 2018 г., стр. 22–29.
- [4] Барабаиов Б. Г., Анишин М. М., Лаврентьев О. А., Русин С. В. Результаты наклонного зондирования на трассе протяженностью 2770 км (часть 2). Научно-технический сборник «Техника радиосвязи». Омск. ОАО «ОНИИП» - Выпуск 1 (40). 2019 г., стр. 19–23. [5] Электронный ресурс <http://www.ingv.it/it/>

Управляюще-вычислительный комплекс для полевой электронной спектроскопии

Шахмуратов Азамат Набиуллинович

Бакирский государственный университет

Латыпов Камил Фаридович

azamatn96@mail.ru

Для проведения исследований связанных с полевой электронной спектроскопией необходимо специальное оборудование, например установка УСУ-4. Работа с ней требует специальных устройств для контроля эксперимента и отображения результатов. Для упрочения эксперимента требовалось автоматизировать этот процесс. Это можно было бы осуществить с помощью современных микропроцессорных комплексов под управлением ЭВМ.

Функциональная блок-схема комплекса экспериментальной установки для полевой электронной спектроскопии представлена на рисунке 1.

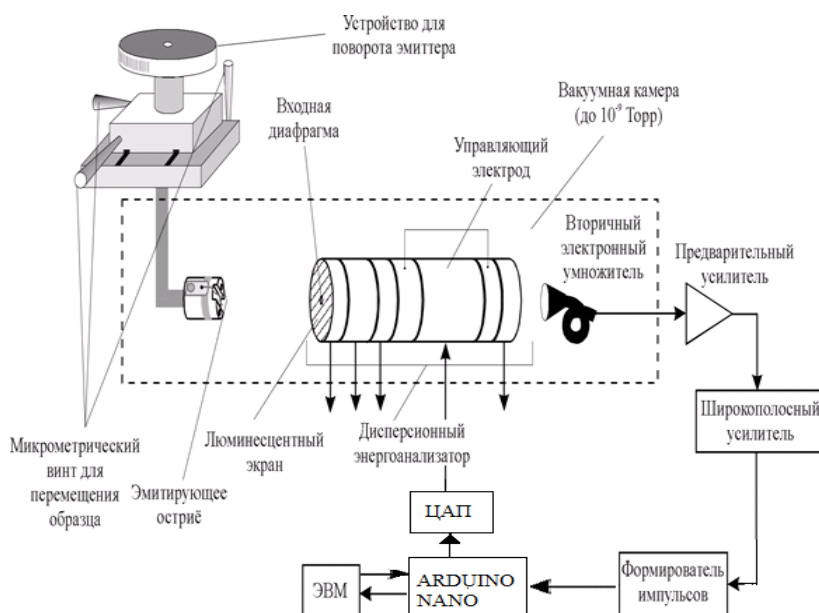


рис. 1 Функциональная блок-схема комплекса.

Управляюще-вычислительный комплекс для полевой электронной спектроскопии включает в себя платформу Arduino Nano, построенную на микроконтроллере ATmega328; цифро-аналоговый 12-разрядный преобразователь МСР4921; операционный усилитель 544УД1А(для усиления выходного сигнала); блок питания 12 В и различные дискретные элементы.

Программная часть устройства состоит из микропрограммы на Arduino Nano и программы для ЭВМ, которая осуществляет анализ и отображение полученных на устройстве данных.

Микропрограмма работает следующим образом. В бесконечном цикле запрограммировано три обработчика прерывания. Обработчик прерывания по таймеру срабатывает каждую миллисекунду, обработчик внешнего прерывания срабатывает при подаче импульса с положительным фронтом на второй вывод Arduino Nano, обработчик прерывания COM-порта срабатывает при наличии входящих байтов в буфере приема порта.

С запуском управляющей программы начинается пошаговое изменение потенциала катода в заданном диапазоне напряжений с помощью цифро-аналогового преобразователя. Управляемым счетчиком в каждой точке потенциала катода осуществляется счет электронов, прошедших через анализатор в течение заданного интервала времени. Для улучшения отношения сигнал/шум сканирование повторяется, и спектры суммируются, измеренные массивы данных оформляются в виде файлов в памяти компьютера.

После сканирования получили данные, которые приведены в виде графика. При подаче на анод анализатора высокое напряжение положительного знака, равные 3,9 кВ график выглядит таким образом:

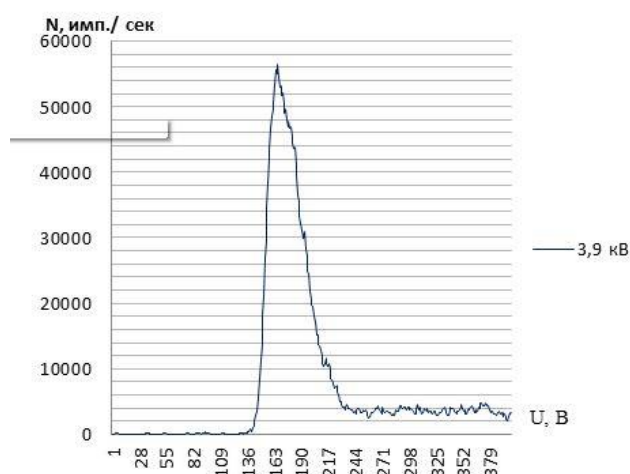


рис. 2 Энергетический спектр электронов при напряжении на аноде катализатора равных 3,9 кВ.

Экспериментально полученные результаты энергетических распределений автоэлектронов хорошо совпадают с рассчитанными теоретически энергетическим распределением в нормальных координатах.